

Math. O.

424.  
6

**Digitalizálta**  
**a Magyar Tudományos Akadémia Könyvtár**  
**és Információs Központ**

The logo is enclosed in a double-lined square border. It features the letters 'M' and 'A' in a large, bold, serif font, positioned on either side of a vertical line. The year '1826' is printed in a smaller, bold, serif font below the 'M'. The letter 'K' is positioned to the right of the vertical line, partially overlapping it.

**MTA**  
**1826 K**







# ÉRTEKEZÉSEK

A

MATHEMATIKAI TUDOMÁNYOK KÖRÉBŐL.

---

KIADJA

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA.

HATODIK KÖTET. 1877/s.

---

A III. OSZTÁLY RENDELETÉBŐL

SZERKESZTI

SZABÓ JÓZSEF,

OSZTÁLYTITKÁR.

---

174m

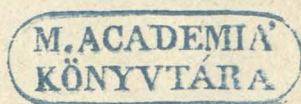
BUDAPEST, 1879.

A M. T. AKADÉMIA KÖNYVKIADÓ-HIVATALA.

(Az Akadémia épületében.)



301354





A NOVEMBER-HAVI  
HULLÓCSILLAGOKRÓL.

IRTA

D<sup>r</sup> GRUBER LAJOS.

(Beterjesztette a III. osztály ülésén 1877. nov. 5. Szily Kálmán r. t.)

---

BUDAPEST, 1878.

A M. T. AKADÉMIA KÖNYVKIADÓ-HIVATALA.

(Az Akadémia épületében.)





## A NOVEMBER-HAVI HULLÓCSILLAGOKRÓL.

Irta: Dr. Gruber Lajos.

A midőn következő tanulmányaimat a nyilvánosságnak átadom, alig szükséges szót szólnom a tárgy mellett; az általános érdek, melylyel az utolsó évtized óta az egész tudományos világ a hullócsillagok iránt viseltetik azt részben már fölöslegessé is teszi. Ha sikerülne ezen értekezésnek hazánkban, hol az utóbbi években a csillagászat ezen legifjabb ága iránti rokonszenv már is elég szép észlelési anyagot gyűjtött, hasonló mű feldolgozására a nyers anyagnak serkenteni, úgy czéljának nagyobb részét elérte volna, hogy mennyivel járul hozzá az új elmélet fejlesztéséhez, megítélni nem vagyok képes, mert egy tudományág gyermekkorában lehetetlen bármely új adat és szempont horderejét átlátni. A hullócsillagok és az úgynevezett lebkövek és bolidek eredete szoros összefüggésben áll az általános kosmologiai kérdéssel, a világegyetem, avagy csak is naprendszerünk multjával. Minél szétágazóbbak valamely tény következményei, minél világosabban tűnnek elő a következmények egyes mozzanatait, annál határozottabb színt öltenek az indító okok, az okozó körülmények, annál könnyebben sikerül az ismeretlen tényállást megállapítani, az indító okokat megismerni. Nézetem szerint a hullócsillagok szorgalmas tanulmányozása, a velük járó tünetmények kritikus összehasonlítása nagyot lendíthet naprendszerünk történetének ismeretében, hiszen azon szempontok, melyeket tanulmányozásuk már eddig is megnyitott, soha nem sejtett befolyással voltak a csillagászat egyéb ágaira.

A mult század második felének általános felvilágosodása megtalálta a hullócsillagok avagy meteoritek tünetmé-



nyének helyes magyarázatát is, s alapját vetette egy tudományágnak, mely azonban csak a legújabb korban kezdett nevezetesen fejlődni. Az új nézet, mely szerint a hullócsillagok naprendszerünkben az általános törvények szerint mozgó apró égitestek, melyek légkörünkbe hatolván fénytűnemény mellett részben elhamvaznak, az ókorban nem egy képviselővel birt. Ezek között leghatározottabban nyilatkozik az Apolloniai Diogenes, a midőn azt mondja: »A látható csillagok között láthatlanok is mozognak, melyeknek tehát nem adhattak nevet, utóbbiak gyakran a földre esnek, s elhamvaznak, mint ama csillag kőből, mely egészen lángolva Aegospotamost nál leesett.« Chladni 1792-ben szerzett a hullócsillagok ezen kosmikus elméletének a tudományban tekintélyt, s csak azóta bír fejlődése történettel.<sup>1)</sup> Történetét három korszakra lehetne osztani, melyek egyenlő időközökben következtek egymásra. A jelenlegi, 1866-ban ébresztett általános figyelmet a hullócsillagok iránt két korszak előzi meg, melyben a csillagászat ezen ága szerepet kezdett játszani, ugyan csak kis időre és igen csekély közönség számára. Mindannyiszor ugyanazon tűnemény, a november közepe táján hulló meteorok, melyek kisugárzási helyük után *leonidáknak* neveztetnek, szolgáltatnak alkalmat egyes vizsgálódásokra. Chladni után legtöbb érdemet szereztek Benzenberg és Brandes, Olbers, Boguslawski, Erman, Arago, Coulvier-Gravier, Heis, Schmidt, Schiaparelli, Newton és Weiss.

A november-havi hullócsillagraj történelmi érdekességén kívül, még azon meteor tűnemények közé tartozik, melyek eddig legjobban észleltettek, s melyek tanulmányozása tehát a legérdekesebb eredményekre vezethet. Mielőtt azonban vizsgálódásaim eredményeit közölném, szükségesnek tartom kifejteni azon elveket, melyek szerint dolgozataimban eljártam, annál is inkább, mert sokan más s felfogásom szerint téves alapokon vezetik le eredményeiket, s ott is többet a véletlennek és önkénynek, mint szigorú elvnek hódolnak.

<sup>1)</sup> A kosmikus elmélet legrégibb tudományos megallapítása található: Dott Geminiano Montanari »La fiamma volante, gran Meteora veduta sopra l'Italia la sera de 31 Marzo 1676. etc. Bologna 1676.« czimű művében, a göttingai könyvtárban.



Az október-havi meteor tűneményt tárgyaló értekezésben 1874-ben alkalmam volt futólag említeni, hogy hullócsillagrajok feldolgozásánál főkérdést képez azon elv, mely szerint nagyobb észlelési anyag összefoglalható a tűnemény egyes mozzanatainak megállapítására. Az ott mondottakat némely tekintetben kiegészíteni szükséges leend. Tudvalevőleg a minden éjszakán nagyobb vagy kisebb számban látható csillag-hullásokon kívül az év egyes szakaiiban ilyenek igen nagy számmal lepik meg az észlelőt, melyek egy vagy több, de egészben csekély számú pontjaiból a látható égboltozatnak látszanak eredni, mintegy kisugározni. E pontokat czélszerűen *kisugárzási pontoknak* (Radiant-point) lehet nevezni. A kisugárzási pontok megállapítása, azok tér és időbeni viszonya képezi főrészt a meteor-rajok feldolgozásának. Meghatározásai azonban az egyes hulló-csillagok észlelt-pályáinak bizonytalansága miatt, csak nagyobb számú megfigyelésekből eszközölhetők oly pontossággal, milyen egyedül mozdíthatja elő ismereteinket a természeti tűnemények ezen terén. Mint-hogy a radiansok látszólagos pontok, függvényei az időnek s felkeresésükben tehát nem közömbös mily módon fűzzük össze a különböző időben történt hulló-csillagpálya-megfigyeléseket. A látszólagos kisugárzási pont, mint összetett tűnemény függ a csillagraj és a föld térbeni mozgásától. Mindkettő a tűnemény rövid tartama alatt mint pályája érintőjével összeeső egyenes vonalu mozgás fogható fel. Azon pont az ég fölületén, mely felé földünk minden pillanatban mozogni törekszik, s melyet *apex*-nek nevezünk természetesen az ecliptikában halad előre: szélessége zérus leend, hossza pedig a földpálya csekély központkivülisége miatt, közel  $90^\circ$ -kal kisebb a nap hosszánál, tehát  $= \odot - 90^\circ$ .

Azon pont, melyből a hulló-csillagok esni látszanának, ha földünk nyugvásban volna, *valódi radiansnak* neveztetik. A valódi és látszólagos kisugárzási pontokat az apexre akárom vonatkoztatni.

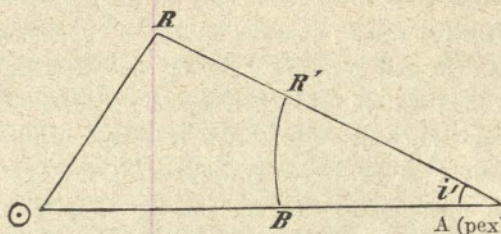
A földet az éggömb középpontjában képzelve a tulsó lapon lévő gömb-háromszögben:

$AR = \gamma =$  a valódi radians távola az apextől

$AR' = \vartheta =$  a látszólagos (észlelt) radians távola az apextől.



$A$ ,  $R'$  és  $R$  a földdel egy síkban, tehát egy legnagyobb körben fekszenek:



$i'$  = a radians és a földpálya érintője által meghatározott sík hajlása az ecliptika felé, még pedig azon része felé, mely a nap irányában terjed.

Ha a föld mozgása következtében  $A(\text{pex}) \odot$  felé egy nap alatt  $dA = d\odot$ -val halad előre, könnyen átlátható, hogy —  $R$  állandó pont lévén —  $AR$  azaz  $\gamma$  naponkint:

$$d\gamma = -\cos i' d\odot\text{-val változik.}$$

Másrészt, ha a földmozgás sebességét egységül veszszük, az átlag hajtalékokban járó meteorrajok sebessége a földpálya sugarának távolában  $=\sqrt{2}$ , és a sebességi egyenköz törvénye szerint:

$$\sin(\gamma - \vartheta) \cdot \sqrt{2} = \sin \vartheta$$

miből:

$$d\vartheta = \frac{\sqrt{2} \cos(\gamma - \vartheta)}{\sqrt{2} \cos(\gamma - \vartheta) + \cos \vartheta} d\gamma$$

$d\gamma$  értékét helyettesítvén, és  $\cos(\gamma - \vartheta)$ -t is  $\vartheta$  által kifejezve: leend a látszólagos kisugárzási pont apextől elongatiójának naponkénti változása:

$$d\vartheta = - \frac{\cos i' \cdot d\odot}{1 + \cos \vartheta \sqrt{\frac{1}{2 - \sin^2 \vartheta}}}$$

Hogy ezen képlet alapján a különböző meteorrajok kisugárzási pontjainak mozgását átláthassuk, szükséges  $\cos i'$  természetét közelebb vizsgálnunk. A fönnebbi ábrában  $\odot R$  azon szög, melyet a raj érintő vonala a vezérsugárral képez, ez a hajtalékban, ha  $v$  a valódi anomalia:

$$\odot R = 90^\circ - \frac{v}{2}$$

$$\sin \frac{v}{2}$$

E szerint,  $\odot A = 90^\circ$  lévén:  $\cos i' = \frac{\sin \frac{v}{2}}{\sin \gamma}$



$\gamma$  zérus és  $180^\circ$  között váltakozhatnak, tehát  $\cos i'$  v előjelétől függ, s az előbbi képlet szerint: hullócsillagrajak, melyek földünket a perihelium előtt (nemleges anomáliában) találják látszólagos kisugárzási pontjukat idővel az apextől eltávolítják, míg olyanok tevőleges anomáliával (melyek földünket a földpálya belső részéről találják) kisugárzási pontjukat az apexhez mindinkább közelebb hozzák. Az apexen keresztül menő, s a földpályára merőleges legnagyobb körben a tárgyalt hatás = zérus. Az apexben és annak ellentett pontjában, az antiapexben  $\sin \gamma = 0$  tehát  $\cos i'$  értéke határozatlan, de nyilvánvaló, hogy mindig  $\sin \gamma \geq \sin \frac{v}{2}$ , tehát  $\cos i'$  e két esetben az egység felé convergál.

Czélunk azonban nem a radiansok viszonylagos mozgását az apexhez képest kutatni, hanem a kérdés az, mily változásoknak vannak a kisugárzási pontok abszolút helyei, az égfölvületén alávetve a föld mozgása következtében?

Jelöljük  $\mathcal{A}$ -val az apex hosszúságát:

$AB = l_1$ -vel a látszólagos radians ( $R'$ ) hosszát az apextől és:  $R'B = \beta$ -val a » » » szélességét, akkor a kérdéses kisugárzási pont hosszúsága:

$$\lambda = \mathcal{A} + l_1 \text{ és } d\lambda = d\mathcal{A} + dl_1$$

Miután  $R'B \perp \odot A$ ,  $\triangle ABR'$  derék szögű gömbháromszög, melyben:

$$\sin \beta = \sin \vartheta \cdot \sin i'$$

$$\operatorname{tg} l' = \operatorname{tg} \vartheta \cdot \cos i'$$

és:

$$d\beta = \frac{\cos \vartheta}{\cos \beta} \sin i' \cdot d\vartheta;$$

$$dl_1 = \frac{\cos l_1}{\cos^2 \vartheta} \cos i' \cdot d\vartheta = \frac{\cos^2 (\lambda - \mathcal{A})}{\cos^2 \vartheta} \cos i' \cdot d\vartheta. 1)$$

$$\text{Ha továbbá rövidség kedvéért: } \frac{1}{1 + \cos \vartheta \sqrt{\frac{1}{2 - \sin^2 \vartheta}}} = \Phi,$$

melynek értéke a túl lapon következő táblából  $\vartheta$  argumen-

1) Tulajdonképen  $i'$ -t is mint változót kellene felfogni, de ennek változásától itt el akarok tekinteni.



tummal könnyen kivehető, és ha meggondoljuk, hogy :

$$\cos \delta = \cos \beta \cdot \cos (\lambda - A) \text{ és } \odot - 90^\circ = A$$

akkor a radians összerendezőinek változásai :

$$d\lambda = d\odot \cdot [1 - \Phi \frac{\cos^2 i''}{\cos^2 \beta}]$$

$$d\beta = - \frac{d\odot}{2} \Phi \sin 2 i'' \cdot \sin (\odot - \lambda)$$

$\vartheta$	log. $\Phi$	$\Phi$	1 <sup>o</sup> -nyi $\Delta$ .
0 <sup>o</sup>	9.7677	0.59	0.000
15	9.7727	0.59	0.001
30	9.7813	0.60	0.002
45	9.8021	0.63	0.004
60	9.8395	0.69	0.007
75	9.9029	0.80	0.013
90	0.0000	1.00	0.022
105	0.1253	1.33	0.032
120	0.2574	1.81	0.037
135	0.3740	2.37	0.035
150	0.4617	2.90	0.020
165	0.5053	3.20	0.014
180	0.5333	3.41	

$d\odot$  mint napi változás középértékben  $= 0.99$ , tehát nagyobb elongációval bíró kisugárzási pontoknál megeshetik, hogy helyzetüket naponta egy fokkal, vagy még többel is változtatják az égboltozaton. Ily körülmények között czélszerű semmi esetre sem lehet, ha mint azt Heis Greg és mások teszik, hónapokra terjedő észlelési anyagot foglalunk össze a meteor tűnemények kisugárzási pontjainak meghatározására; nézetem szerint inkább megengedhető olyanokat együttesen tárgyalni, melyek ha mindjárt különböző évekről, de az év ugyanazon napjáról (a föld egyenlő heliocentricus helyeiről) szólnak. Ezen elvet tartottam egyszersmind a november-havi meteorraj feldolgozásánál mérvadónak.

A mi a hulló-csillag rajok kisugárzási pontjait illeti, ezek meghatározása oly pontok lehető legjobb feltalálása-



ban áll, melyekből a legtöbb meteor kiindulni látszik, vagyis melyekre legtöbb látszólagos hullócsillagpálya mozgásukkal ellenkező irányban meghosszabbítván utal. Az egyes pálya-észleletek a pálya kezdő [és végpontja gömbszegvényeiben (egyenes emelkedés és elhajlás) vannak adva, <sup>1)</sup> azon feltét mellett, hogy az egész pálya legnagyobb kört képez. Ha tehát rajz által áttekinthető képet akarunk magunknak szerezni az egész tűneményről, oly gömbfelületi sík-vetületekkel kell bírunk, melyeken a legnagyobb körívek lehető legegyszerűbb vonalak, tehát egyenesek által képviseltetnek. Ilyen zenith érintő sík projectiókat Sig. Lorenzoni Páduában szerkesztett, melyeken a ritka pontossággal kihúzott egyenes emelkedési és elhajlási fokok a zenithben még 2 mm-et tesznek. Ezen projectiókba könnyű a látszólagos pályákat, az észlelés pontosságának mitsem ártva berajzolni. Ha az észlelt pályák oly irányokat követnek, melyek egy kisugárzási pontra nem vihetők vissza, akkor kénytelenek vagyunk többilyent felvenni, s complicáltabb tűnemény mint p. o. az áprilisi és októberi, sokszor egy napon tíz radiant készlet felvenni. Ily esetben könnyű átlátni, miszerint már a kisugárzási pontok felvétele is nagy önkénynek enged tért, de a határozatlanság még nagyobb lesz, midőn az egyes pályákat csoportosítanunk kell, és több egy irányban fekvő feltételes radians között nem tudunk hogyan választani. Gyakorlati szabályul szolgál, hogy rövid pályájú vagy ugyan egy pontban feltűnő és elenyésző meteorok közelében kisugárzási pont valószínű, valamint hogy hosszú látszólagos pályával bíró hulló-csillagok egy messzebb eső radianshoz tartoznak. Mindamellet azonban legtöbb esetben önkény az, mely szerint csoportosítunk: s ezért egy kriteriumot akarok keresni,

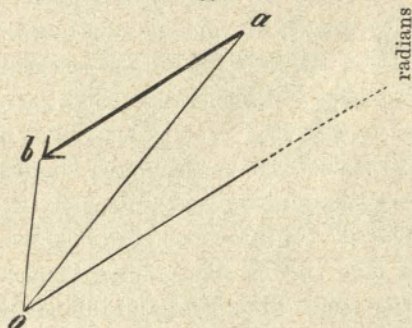
<sup>1)</sup> Az észlelések vagy közvetlenül egyenes emelkedésben és elhajlásban történnek, a mennyiben az észlelő a figyelt pályát csillagok állásához hasonlítva, égi képekbe rajzolja, hol az egyenlítői rendszer körívei ki vannak húzva, vagy az úgy nevezett meteoroscop segítségével, mely észlelési módnál közvetlenül magasságok és tetőponti szögek (azimutok) figyeltetnek meg (Littrow K. *Annalen der Wiener Sternwarte* 1-ste Serie XVIII. kötet.) Az utóbbit czélszerűbbnek tartom, mert egyrészt a csillagos ég pontos ismerete nem kívántatik, s másrészt semilyen előítélet bizonyos kisugárzási pontok iránt az észlelőt részrehajlóvá nem teszi.



mely ha nem is mindig az igazat találja, de azon előnnyel bírjon, mint minden elv, hogy a részrehajlásnak gátot vessen.

Ha felteszszük, és egy feltétből kell kiindulnunk, hogy egy ugyanazon raj meteorjai közel egyenlő magasságban ( $H$ ) villognak fel, és ismét közel egyenlő magasságban enyésznek el ( $H'$ ) légkörünkben, akkor  $\frac{H}{H'}$  viszony egy rajra jellemző

lesz. Vessünk egy síkot az észlelési hely ( $O$ ) a hulló csillag



pálya kezdő ( $a$ ) és végpontján ( $b$ ) keresztül, akkor természetesen a kisugárzási pont ugyanazon síkhoz tartozik.

$\sphericalangle aOb = l =$  a hullócsillag látszólagos hossza

$\sphericalangle aO\text{rad.} = x =$  a kezdőpont elongatiója a radianstól.

Könnyű átlátni, miszerint :

$$bO : aO = \sin x : \sin (l+x)$$

$$\text{tehát :} \quad \cos l + \sin l \cotg x = \frac{aO}{bO}$$

Ha a kezdőpont látszólagos magasságát  $h$ -val a végpont magasságát  $h'$ -val jelöljük, akkor :

$$aO = H \operatorname{cosec} h$$

$$bO = H' \operatorname{cosec} h'$$

$$\text{és :} \quad \cos l + \sin l \cotg x = \left( \frac{H}{H'} \right) \frac{\sin h'}{\sin h}$$

Ebből :

$$\cotg x = \left( \frac{H}{H'} \right) \cdot \frac{\sin h'}{\sin h \cdot \sin l} - \cotg l \text{ szerint meglehet}$$

találni a hullócsillagnak megfelelő kisugárzási pont megközelített helyzetét.

$$\frac{H}{H'} = C \text{ hányados értékét magasságmérések alapján le}$$

het számítani, de az épen levezetett képlet igazolására, ismeretes radianssal :



$$C = \frac{H}{H'} = \frac{\sin h}{\sin h'} \cdot \frac{\sin(l+x)}{\sin x} \text{ szerint is meg lehet határozni.}$$

Példának okáért 8, Tapmann által 1869. nov. 13-ikán észlelt és kétségkívül  $\gamma$  Leonis közelében lévő kisugárzási ponthoz tartozó hulló-csillag következő értékeket szolgáltatja:

$$C = 2.20$$

$$2.46$$

$$2.22$$

$$2.35$$

$$1.98$$

$$2.56$$

$$1.76$$

$$1.72$$

középértékben: 2.16 mint a Leonidákra jellemző hányadost.

Ezzel feltűnően megegyezőleg 1867-ben Washingtonnál magasság meghatározása céljából eszközölt megfigyelések  $H=102$ ;  $H'=47$  m. f. szolgáltattak, miből  $C=2.17$ .

Hogy e megegyezésnél a pusztá véletlent kirekeszszem, még a Weiss által 1869. aug. 11- és 12-kén Bécs, Brünn, Mölk és Semmering között észleltetett azonos hullócsillagokat akarom tárgyalni. Számításra azon húsz, két helyen észlelt pályát választottam ki, melyek kezdőpontja 40 foknál távolabb a radianstól nem esik.

A fönnebbi képlet szerinti számítás eredménye:

$$C=1.51 \qquad C=2.06$$

$$1.45 \qquad 1.72$$

$$1.58 \qquad 1.90$$

$$1.52 \qquad 1.27$$

$$1.93 \qquad 1.47$$

$$1.35 \qquad 1.48$$

$$1.73 \qquad 1.59$$

$$1.47 \qquad 1.69$$

$$1.99 \qquad 1.39$$

$$1.25 \qquad 1.40$$

középértékben  $C=1.59$ , míg Weiss tanár ur direct szá-



mítás folytán  $H=16.77$  és  $H'=10.70$  geogr. m. f. kapott, minek nyomán  $C=1.57$ , ismét ritka megegyezés.<sup>1)</sup>

Alapképletünk azon esetre ha a kisugárzási pont a zenithben van, tehát a tűnemény maximumát éri el, egyszerűbb alakot nyer, miután  $h=90-x$ , és  $h'=90-(x+l)$ . Lesz tehát:

$$\frac{\sin(l+x)}{\sin x} = C \frac{\cos(l+x)}{\cos x}$$

$$\operatorname{tg}(l+x) = C \operatorname{tg} x$$

vagy továbbá:  $\operatorname{tg} l = \operatorname{tg} x \left[ \frac{C-1}{1+C \operatorname{tg}^2 x} \right]$

E szerint a *leonidák* — november havi tűnemény —  $21^\circ$  hosszú látszólagos pályákat tüntetnek még elő,  $25^\circ$ -nyi távolban a kisugárzási ponttól, míg az augusztus havi hullócsillagok — *perseidák* —  $25^\circ$ -nyi távolban csak  $11$  foknyi látszólagos pályákkal lépnek fel. Innen azon ismert tény, hogy a *perseidák* kisugárzási pontja sokkal szórványosabb a novemberi tűnemény radiansánál. Czélszerű lesz a hullócsillagrajok megvizsgálása előtt képletünk alapján a különböző hosszúságú pályák eloszlásáról kisugárzási pontjuk körül helyes képet alkotnunk. Legyen  $c = \frac{\sin h'}{\sin h}$ , mely hányados következő táblából elég pontossággal kivethető:

$h' =$	$10^\circ$	$20^\circ$	$30^\circ$	$40^\circ$	$50^\circ$	$60^\circ$	$70^\circ$	$80^\circ$	$90^\circ$
$h=10^\circ$	1.00								
20	0.50	1.00							
30	0.34	0.68	1.00						
40	0.27	0.53	0.78	1.00					
50	0.22	0.44	0.65	0.83	1.00				
60	0.20	0.39	0.58	0.73	0.88	1.00			
70	0.18	0.36	0.53	0.68	0.82	0.93	1.00		
80	0.17	0.35	0.51	0.65	0.79	0.89	0.96	1.00	
90	0.17	0.34	0.50	0.64	0.77	0.87	0.94	0.98	1.00

<sup>1)</sup> A  $C$  egyes értékeiben észrevehető eltérések csekély befolyással vannak az eredményre, mert  $\cotg x$  képlete szerint  $C$ -ben  $1/3$ -nyi hiba  $x$ -ben körülbelül  $3$  fokot tesz, mi a gyakorlatban tekintetbe sem jöhet.



akkor :  $\cotg x = \frac{C.c - \cos l}{\sin l}$

s a leonidák ( $C=2.2$  vévén fel) pályáinak eloszlására a következő táblázat érvényes :

$c =$	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2
$l=5^0$	$4^0$	$5^0$	$7^0$	$9^0$	$15^0$	$40^0$	0	0	0
10	8	10	13	17	27	56			
15	12	14	18	24	36	63			
20	15	18	23	30	42	65			
25	18	21	26	34	46	65	93		
30	21	24	29	37	48	65	88		
35	23	26	31	39	49	64	84		
40	24	28	33	40	49	63	80		
45	25	29	34	40	49	61	76	94	
50	26	30	34	40	49	59	73	89	
55	27	30	35	40	48	57	69	84	
60	27	30	34	40	47	55	66	80	94
65	27	30	34	39	45	53	63	75	89
70	27	30	34	38	44	51	60	71	84

mely  $c$  és  $l$  (látszólagos pályahosszaság) bejáratokkal  $x$  értékét szolgáltatja; vagyis azon távolságot, melyben a valószínű kisugárzási pont a meteor kezdő pontjától keresendő.

A meteorrajok tárgyalásának egy nevezetes része még a tűnemény időbeni maximumának meghatározása. Ha a meteorrajt mint többé-kevésbé köralakú harántmetszettel képzeljük, úgy a tűnemény abszolút maximumának ideje egyértelmű azon időponttal, melyben földünk legközelebb állott a raj súlyvonalához, azaz pályája csomópontján ( $\Omega$  vagy  $\oslash$ ) ment keresztül. A maximum idejének meghatározására nem indulhatunk ki közvetlenül az óránként olvasott hullócsillagok számából, miután ezen szám még egy napi periodicus változásnak van alávetve. Az egyes kisugárzási pontokból földünkre érkező meteorok száma a raj sűrűségén kívül függ még a kisugárzási pont láthatár-fölötti magasságától, mely függvény maximumát a déllőben éri el.



Legyen :  $t$  a kisugárzási pont óraszöge  
 $\delta$  » » » elhajlása  
 $\varphi$  az észlelési hely sarkmagassága  
 $m$  » » helyen a tűnemény maximumában 1 perczre eső hullócsillagok száma

akkor :  $m' = m \left[ 1 - \frac{2 \cos \varphi \cos \delta}{\cos (\varphi - \delta)} \sin^2 \frac{t}{2} \right]^*$  fejezi ki a nap különböző szakaiban 1 perczre eső meteorok számát, ha különben  $m$  állandó.  $m$  a  $\varphi$  sarkmagasságú, s a megfelelő időben a radians délköre alatt fekvő földfelület ponton megfigyelhető szám, ha tehát  $M$  jelöli az 1 perczben hulló meteorok számát azon helyen, melyre nézve a kisugárzási pont a zenithben fekszik, akkor :

$$m = \cos (\varphi - \delta) M$$

tehát :  $m' = M \cdot \cos (\varphi - \delta) \left[ 1 - \frac{2 \cos \varphi \cdot \cos \delta}{\cos (\varphi - \delta)} \sin^2 \frac{t}{2} \right]$   
 $M$  össztényezője minden helyre, minden pillanatban számítható, s így könnyű az észlelt gyakoriságból ( $m'$ ) az abszolút értéket ( $M$ ) találni.

Legelőnyösebb minden egyes rajra egy kis táblázatot számítani, melyből a szükséges mennyiségek közbe iktathatók.

$$\text{Ha : } P = \left[ 1 - \frac{2 \cos \varphi \cdot \cos \delta}{\cos (\varphi - \delta)} \sin^2 \frac{t}{2} \right] \cos (\varphi - \delta)$$

$$\text{akkor : } M = \frac{m'}{P}$$

$P$  egy ugyanazon meteor rajra, melynek egyenes emelkedése ( $\alpha$ ) és elhajlása ( $\delta$ ) adva van, egyedül az észlelési hely sarkmagasságától s a helyi időtől függ. A leonidák kisugárzási pontját :  $\alpha = 150^\circ$ ;  $\delta = +22^\circ$  révén fel, s az idő számítását csillagászatilag értvén, nov. 13—14-re  $P$  értékét a következő táblázat szolgáltatja :

<sup>1)</sup> Ha Wittstein »Astron. Nachrichten No. 1936«-ban ezen képletet egy egyes, mondhatni abnormalis tűneményre, melynek megfigyelésére egy észlelő (Schmidt) nem elégséges, alkalmazván, nem is nyert egészen kielégítő eredményt, úgy mégis az egyetlen képlet, mely elméleti jogosultsággal bír, és eredményei bizonyára elegendő pontosságot fognak ott szolgáltatni, hol gyengébb tűneménnyel van dolgunk, mint az 1872. nov. 27-iki hullócsillag esés volt.



$\varphi =$	$0^0$	$10^0$	$20^0$	$30^0$	$40^0$	$50^0$
$12^h$	—	—	—	0·03	0·11	0·18
13	0·07	0·12	0·19	0·25	0·29	0·33
14	0·31	0·36	0·41	0·45	0·48	0·47
15	0·52	0·58	0·61	0·63	0·64	0·62
16	0·70	0·75	0·79	0·79	0·78	0·73
17	0·84	0·89	0·92	0·91	0·88	0·82
18	0·91	0·96	0·98	0·98	0·94	0·87
19	0·93	0·98	1·00	0·99	0·95	0·88

### A tűnemény leírása.

Ami a november-havi hullócsillagrajt illeti, azon tűnemények közé tartozik, melyek megfigyelésének nyomait a legrégibb kútforásokban lehet követni.

Többen, s ezek között Chasles, Arago, Biot, Quetelet és Boguslawski kutattak ez irányban a régi chronicákban, s a feljegyzéseknek majdnem szakadatlan lánczolatával bírunk Justinian idejétől a mai napig. Fölösleges volna itt mindazon eseteket felsorolni, melyeket részint Biot Compt. Rend. t. XIII, részint Boguslawski Pogg. Ann. CXXX. p. 471—493. vagy Arago »Kosmiche Meteore« című értekezésében közöl; s csupán azt említem meg, hogy 15 Biot által tárgyalt, nagyobbbrészt Chinában észlelt, novemberi csillaghullás a gregorianusi naptárra átszámítva 12—13-ik novemberre esik; úgy hogy már régen nem lehetett kétség abban, miszerint ilyenmü tűnemények szorosán az év egyes napjaival járnak. Mellőzve tehát a régibb tűneményeket, e fejezetben az utolsó három nagyobb megjelenés közelebbi leírására akarok szorítkozni.

Első a mult század végén megjelent nagy csillaghullás.

A novemberi tűneménynek kezdetben említett szakasszága abban áll, hogy egy 33 évi időközben az évenként november első felében hulló meteorok száma folyton nő egy bizonyos maximumig, hogy azután ismét — de többnyire gyors



sabban — csökkenjen. Így az 1799-ik évi tűnemény hirnökei már pár évvel előbb jelentkeztek, s nevezetesen az 1787-ik év nov. 10. éjjelén nagy csillaghullásról tesz Angliában említést Halley, Cooper biographiájában Vol. I. p. 253: valamint Kämtz (Vorl. ü. Met. p. 573.) szerint Hemmer Mannheimban 9|10. nov. 1787-ben. A hullócsillagok száma novemberben évről-évre növekedett, míg tetőpontját 1799. nov. 11<sup>12</sup>-ikén érte el. A tűneményt, mely majd kizárólag Amerikában volt látható (New-Herrnhuttól Grönlandban az egyenlítőig) <sup>1)</sup> Humboldt és Bonpland figyelték meg délamerikai utazásukon Cumanában, s leírását »Relation historique tome I. p. 519—527« adták. »Reggeli félhárom óra tájban tűnt fel először Bonplandnak a hullóraj, s négy órán keresztül ezre hullott a meteoroknak és tűzgolyóknak, igen szabályos irányt követve északról délnek. Az egész tűzjáték majd kizárólag a keleti égboltozaton folyt le; mint Humboldt írja *KEK*-ten vagy *K*-ten a láthatár fölött látszottak feltűnni az egyes meteorok, s hosszabb vagy rövidebb pályát követve, párhuzamosan a déllővel délen alátűntek. Sokan 40 foknyi magasságot is értek, 25—30 fokot mindegyik szállott. A szél, mely keletről jött, az alsó rétegekben igen gyenge volt. Felhő-húzó nem volt észrevehető. Bonpland azt mondja, hogy a tűnemény kezdeténél nem volt három hold átmérőjű tér az égen, melyen nem tűnt volna fel minden pillanatban egy hullócsillag vagy egy tűzgömb. Az utóbbiak száma csekélyebb volt, de miután különböző nagyságban jelentkeztek, bajos a két faj között a határt megállapítani. A meteorok mindannyian, mint az a melegöv alatt gyakori, 8—10 foknyi fényes nyomot hagytak maguk után, mely 7—8 másodperczig tartott. Több hullócsillag határozott átmérővel bírt, talán mint Jupiter, s a szikrák élénk fényvel repültek szét, a tűzgömbök explosio által látszottak szétmállani; de a nagyobbak (1 és 1<sup>1</sup>/<sub>4</sub> fok átmérővel) szikrázás nélkül enyésztek el, maguk után hagyván 15—20 percz szélességű sávokat. A cumana lakosok már 1

---

<sup>1)</sup> Gyenge tűnemény Európában is figyeltetett meg, nevezetesen Itterstädtben Weimar közelében, de nem sokkal nagyszerűbb közönséges éveknél.



órákor észrevették a tűneményt, s halászhok még este. Maximumát 4 órákor reggel érte el.«

E leírásban Humboldt és Bonpland közötti ellenmondás, valamint több körülmény homályossága feltűnő, de a mennyiben pozitív adatokat nem tartalmaz, további következtetésekre úgy sem nyújthat alkalmat.

Az 1799-ik évi csillag-hullás megfigyelése tehát a tűnemény egyes körülményeinek megítélésére nem igen szolgáltat anyagot, s így a következő két nagyobb megjelenés leendő egyedül azok megállapítására mérvadó.

E század első éveiben úgy látszik, a tűnemény kimaradt s csak 1812-ben lehet ismét biztosan nyomára találni, mely évben november közepe táján Fournet útjában Coblenzből Bonnba sok hullócsillagot észlelt. 1813. nov. 8. és 1818. nov. 13, 17, 19-ikén Angolországban, valamint 1820. nov. 12-ikén Oroszországban észlelt meteorrajról Kämtz (Meteorologie Bd III. p. 287.) tesz említést.

1831. nov. 13-ikán Arago szerint (Annuaire d. Bur. d. Longit. 1836. p. 295.) Cap. Bérard Carthagenában reggeli 4 óra tájban percenkint 2 meteort számított. Egészben azonban a tűnemény még oly gyenge volt, hogy csak a következő évben — 1832 — vonta magára az általános figyelmet. Ez évben Angliában, Franciaországban, Schweiczban, Német- és Oroszországban egyaránt nagyszerű tűneményről tesznek jelentést. Arabiából és Indiából szintén bírnak tudósításokkal; Robert Mauritius szigetén olvasni sem bírta a hulló meteorokat (Sillim. Amer. Journ. V. 26. p. 136.) Kiss Ferencz Budán a légkörben egy 8 másodpercig tartó hasadéket vett észre, melyen keresztül végtelen fényoszlop, a teljes utat jóval fölülmulván, hatolt szemébe. Dr. Rohner Bukovinában óránként ( $12\frac{1}{2}^h - 5\frac{1}{2}^h$ ) 50 meteort látott; Maton Malvernben 5 perc alatt 48-at.

A reá következő évben a tűnemény legszebb volt, s míg 1831 és 1832-ben majd kizárólag a régi világrészre szorítkozott, addig 1833 és még 1834-ben is az új világot választotta színhelyéül. Az 1833-ik év november 12—13-iki megjelenést Északamerikában Denison-Olmsted írta le »Pogg. Ann. Bd. 33. S. 189.« tűzetesen, tudósítása szerint 100,000 □ mérföl-



dön körülbelül 2—3 százezer hullócsillag volt látható. 7 órakor este Palmer New-Havenben (Connecticut) vörhenyes ködöt látott, mely kezdetben alant a déli láthatáron mutatkozott, de mindinkább a tetőpontig emelkedett. Bár igen vékony volt, a kisebb csillagokat mégis behálózta. 9 órától kezdve hullócsillagok jelentkeztek, melyek száma 4 óra tájban reggel érte el a maximumot. A kisugárzási pont<sup>1)</sup> pár fokkal feküdt délre a zenittől s a meteorok minden irányban estek a láthatárra. Pályáikat nevezett ponttól különböző távolokban kezdték meg, de úgy hogy e pont körül több négyszög foknyi területen hullócsillag nem észleltetett. A meteorok hullás közben többnyire sávot hagytak maguk után, s elenyészésükkor füstbe oszlottak; moraj egynél sem volt hallható. Bostonban  $\frac{1}{4}$  órai észlelés a tűnemény egész 6 órai tartamára 207840 meteort szolgáltat, mely számot Olmsted még kicsinyel »Pogg. Ann. XXXIII. p. 189.« A tűnemény egészen Grönlandig terjeszkedett ki, hol Müller és Kauffeldt észlelték a csillaghullást (Pogg. XXXIX. p. 114.)

*Twinning* az egész 1833-iki meteor esések észleléseit, melyek általános kedvezőtlen idő miatt 12—13-ik novemberre szorítkoznak, tárgyalva a következtetést vonja, hogy: 1-ször, a tűnemény 9 órakor este még gyenge volt, s hatályosságában  $4\frac{1}{2}$  óráig reggel folyton nőtt; 2-szor, hogy egy látszólagos kisugárzási pont volt jelen, mely 3-szor, két, talán három óráig majdnem változatlanul foglalta el helyét az égen; 4-szer, a tűnemény kezdete kétségkívül jóval keletre ezen végső helyzettől folyt le; 5-ször, a kisugárzási pont fekvése független volt az észlelési helyek hosszasági különbségeitől, de 6-szor, helyzete változott a földrajzi szélességgel, úgy hogy  $1^{\circ} 54'$ -cel növekedett északi declinációja a mint az észlelő helyének szélessége 1 fokkal kisebbedett.

1834. nov. 13—14-ikén Olmsted szerint  $1^h 4^m$ -kor volt a tűnemény maximuma New-Havenben.

1836-tól kezdve ismét Európai, s evvel egyszersmint megbízhatóbb észlelési anyaggal birunk, mely nem áll többé a tűnemény egyszerű leírásában, hanem egyes meteorok jellemzését,

<sup>1)</sup> Alkalmasint 5—6 óra tájban reggel, (AR=150°; Decl.=+21°)



és pályáik pontos megfigyeléseit is szolgáltatja. Csak is ez időtől kezdve lehet szó a kisugárzási pontok meghatározásáról s lehetne mondani a tűnemény mathematicai megállapításáról. Az egy, 1836-ig általánosan megfigyelt tény az, hogy a legtöbb novemberi hullócsillag sávot hagy maga után, hogy a fehér szín túlnyomó, s hogy a meteorok nagyobb részét vagy kizárólag az oroszán csillagképéből sugároznak ki. 1838-ban november 12—13-ikáról említi dr. Focke Bremenben először, hogy csak csekélyebb része a meteoroknak látszik az oroszánból eredni, s hogy inkább egy kisugárzási pont a sárkányban (Draco)<sup>1)</sup> volt tevékeny ( $R=316^\circ$ ;  $Dcl=+71^\circ$ ).<sup>1)</sup> Sok esetben úgy vélem több radians együttes fellépése okozza azon nézetet, hogy egy meteorraj több éven és napon keresztül volna tevékeny, míg tényleg mindig más és más pont vehette át a szerepet. A radiansokra vonatkozó kérdések eldöntését az 1837 előtti megfigyelésekben nem kereshetjük. Ez időszaktól 1860-ig csekélyebb része a megfigyelt hullócsillagoknak jön az oroszánból, bár megszoktuk a novemberi meteorokat általánosan »leonidák-nak« nevezni. De nem csak szorosan a leonidák, hanem egészben a november közepe táján eső meteorok száma 1836-ton túl fogyni kezdett az ötvenes évekig, míg 1862-vel ismét az 1866-iki maximum vette kezdetét: így 1846. nov. 12-ikén az óránként hulló csillagok száma Heis szerint 20, nov. 13-án 29 volt, és 1861-ben Herrick New-Havenben nem is fedezhette fel a tűnemény nyomát. 1862. november 13-ikán a meteorok száma A. E. Quetelet és Hooreman szerint már igen nagy volt, p. o.  $13^h 4^m$ — $13^h 8^m$  között 108 esett.

Miképen tükröződik vissza az egész periodus lefolyása az általam gyűjtött észlelési anyagban, azt kifejteti a következő fejezetben szándékom. E helyen csupán az általánosabb alakban nyújtott megfigyeléseket akarom összeállítani, a mennyiben az óránként látott hullócsillagok számára, színére stb. vonatkoznak.

1865-ben a tűnemény még gyenge volt. Göttingában és Münsterben történt észlelések szerint esti 10 óra tájban óránként nov. 13-ikán 28, nov. 14-kén pedig csak 20 meteor esett.

<sup>1)</sup> Mely még az 1849. évnék is sajáttsága.



E számok nem igen nyújthatnak képet a tűnemény sűrűségéről, a mennyiben 10 órakor alig páradians fejthette ki még tevékenységét.

1866-ban Heis nov. 13—14-ikén  $12^h$ — $13^h$  között 202 meteort figyelt meg. Terby de Louvain november 13-ikán  $12^h$  57 -től kezdve észlelt és a valóság mögött akar maradni, ha felveszi, hogy az első két órában 7555 csillag hullott. Fel-tűnő volt, hogy egy szép meteor a legtöbb esetben több kicsiny által kísértetve lépett fel; e körülmény különösen fel-tűnt az észleletek második felében, még pedig azon meteoroknál, melyek 1-ször  $\gamma$  Leonistól az arató szűz felé

2-szor  $\alpha$  Leonistól  $\alpha$  Hydrae felé

és 3-szor egy az ikrek és a rák között fekvő pontból  $\alpha$  Orionis felé vették pályájukat. Sok meteor az oroszlánban igen rövid, vagy csak felvillanó pont volt.

Az 1866-ki tűneményről igen kevés tudósításokkal birunk semhogy részletekbe bocsátkozhatnánk. Felső-Olaszország, a meteor-csillagászat főápolója, nevezetesen a háború befolyása alatt épen a maximum idejekor figyelmét nem fordíthatta a tudományra. Sign. Fr. Denza 1868-ki észleleteinek megbeszélésénél azonban a tűnemény maximumát határozottan 1866-ra teszi. De ha továbbá egy Ad. Quetelet úrhoz intézett levelében azt írja: «Et comme l'apparition de l'année 1866 fut moins considérable que celles de 1833 et de 1799, les vues de l'illustre directeur de l'observatoire de Brera seraient ainsi confirmées, c'est-à-dire que le nuage ou le courant des météores de novembre devient continuellement plus long dans son orbite, de manière que, pendant qu'il augmente en longueur il perd dans ses autres dimensions etc.» úgy vélem csak elméleti következtetésnek tekinthető. Egy vagy két visszatérése a tűneménynek nézetem szerint oly csekély időköz, hogy fölületes észleleteink alig képesek változást azokban felderíteni. A tűnemény oly gyors elsatnyulása — lehetne mondani — csak látszólagos, a mennyiben a rendelkezésünkre álló megfigyelések *össze nem hasonlíthatók*.

Az 1799-iki tűneményről alig tudunk többet a semminél, 1832—33-ra nézve is az adatok legnagyobb része Amerikából származik s európai megfigyelésekkel nem mérhető



össze. Mennyiben igaz ez állításom, a később beérkezett amerikai tudósítások az 1867—68-iki tűneményről eléggé bizonyítják, s inkább azt tüntetik fel, hogy a tűnemény határozottságából még alig veszített. A raj fiatal koráról még más körülmények is tanúskodnak.

1867-ből a déleurópai állandó rossz idő miatt szintén kevés európai észleléssel bírunk. A Zeitschrift der östr. Gesellschaft für Meteorologie Vol. III. No. 3-ban találunk egy jegyzetet, mely szerint dr. C. Behrmann egyik barátja, ki figyelmeztetve a novemberi raj visszajövetelére nov. 14-ikén reggeli 8 órakor az egész égboltozatot hullócsillagokkal fődve látta, melyek a már beállott világosság miatt szunyog rajhoz hasonlítottak: egy délen fekvő pontból eredvén, minden irányban szétrepültek. 8 $\frac{1}{2}$  órakor legszebb volt a tűnemény, de 9 órakor már semmit sem lehetett látni. Hasonlóképen az Ostsee-Zeitung szerint a Calmarsund a hullócsillagok ezre által volt megvilágítva. Ily forma megfigyelések természetesen tudományos kutatásoknál anyagot nem képezhetnek. Amerikából látszólag exactabb észlelésekkel bírunk; a meteorok száma igen nagy volt, p. o. Torontóban (Canada) nov. 13-ikán 16 óra tájban 864 meteor figyeltetett meg óránként.

A következő 1868-ik év időjárása kedvező volt, ezen év hét olasz megfigyelési hely jól egyező adat közép értéke gyanánt nov. 13-án 15 órára óránként 200 meteort szolgáltat. <sup>1)</sup> Evvel szemben ugyanazon év ugyancsak november 13-kán 15 óra helyi időkor, 6 amerikai állomáson közép értékben óránként 1040 meteor figyeltetett meg, s egy helyt — Bowdoin College Brunswick (Prof. C. G. Rockwood) — óránként 1305. Prof. H. A. Newton New-Havenben (Massachusetts) összehasonlítja egy levelében Ad. Quetelet úrhoz az 1868-iki tűneményt a múlt évivel, s azt találja, hogy 1867-ben 30—40 perc alatt annyi meteor esett, mint 1868-ban több órán keresztül. Ugy vélem tehát, hogy az utolsó periodusból való amerikai feljegyzéseket Denison Olmsted tudósításaival az 1833-ik évből ösz-

<sup>1)</sup> A Campidoglion Signora Cath. Scarpellini 12 és 18 óra között hullott csillagok számát nem becsüli kevesebbre, mint 3000. Jobban egyez a fönnebbi értékkel két indiai hely (Bloomington és Vevay) megfigyelése, mely szerint óránként 390 csillagot lehetett számlálni.



szezhasonlítván (mellőzve természetesen a kétségtelenül túlzott bostoni észlelést) alig leszünk hajlandók hinni, hogy a novemberi meteorraj már is kiveszőfélben lenne. Európai megfigyelésekre nézve Coulvier-Gravier Recherches sur les étoiles filantes (Introduction historique) p. 85. 1833-ban sem talál nagyobb sűrűséget, mint a minőt az 1868-iki tűnemény olasz számlálások szerint mutat: »En admettant comme vraies les observations faites en mer, par des hommes qui ont l'habitude de voir les phénomènes célestes, on peut admettre 200 étoiles filantes pour le nombre horaire du matin etc.«

*Más kérdés az a radiansok tisztasága iránt s a sporadicus meteorok percent száma iránt.* Ennek megítélésére egyelőre hiányzik minden támaszpont; azt az egyet vették észre Washingtonban, hogy 1868-ban a pályák átlag hosszabbak voltak, mint 1867-ben.

A következő évtől kezdve a tűnemény intenzitásából már vesztített, 1872-ben — Brestben — csak körülbelül 20 meteor figyeltetett óránként reggeli 2 óra tájban.

A meteor-tűnemények maximumai, mint bevezetőleg említettem, két körülmény által vannak meghatározva; először a raj sűrűségének változása által azon harántmetszetben, melyet földünk pályájában talál, és másodszor az úgynevezett napi variatio által, mely a radians láthatár fölötti magasságának függvénye. A természetben fennálló viszonyok értelmében ez utóbbi befolyás olyannyira túlsúlyban van, hogy majdnem csak egyedül érezteti hatását, mi okból bajos az abszolút maximum idejét közelítőleg is megállapítani. Denza a Moncalieri csillagda igazgatója, Newton amerikai csillagász ösztényezőinek segítségével 1868. nov. 13/14-én 5 helyről nyert észlelési sort egy-egy észlelőre számított át, és maximumok gyanánt talál:

Rómában (Campidoglio 17 <sup>h</sup> 28	helyi időt <sup>1)</sup> 836 m. órai sűrűs.
Rómában (Colleg. Rom.) 17 22	» » 529 » » »
Madridban 17 15	» » 617 » » »
New-Havenben 17 16	» » 619 » » »
Washingtonban 16 59	» » 650 » » »

<sup>1)</sup> Közel a 125° délkör tetőzési ideje.



A helyi időkben való szép megegyezés oly távol egymástól fekvő helyek között csak azt bizonyítja, hogy oly tömött tűneménynél is, mint a milyen a november 13—14-iki, 5—6 órai földút a hullócsillagrajon keresztül a harántmet-szet sűrűségében észrevehetlen változással jár. Látni tehát mennyivel kevesebbé határozható meg pontosan szétszórtabb rajoknál azon idő, melyben földünk a raj legsűrűbb részét (súlyvonalát) hatja át. Legtöbb esetben itt fekszik a rajok pályaszámításában fenmaradt határozatlanság főoka.

A novemberhavi hullócsillagok nagyságáról a következő összeállítás szolgáltathat fogalmat, melyben az osztályok az állócsillag-osztályoknak felelnek meg; a számok középértékek több megfigyelési sorból  $\%$ -ben — a hol az észlelő az ötödik osztály alatt is becsült még nagyságokat, azokat az ötödik osztályba soroztam. Az 1-nél nagyobb meteorok az úgynevezett bolidek — tűzgolyók:

Év	>1	1	2	3	4	5
1865	2	9	14	31	32	12
1867	0	11	31	35	16	7
1868	0	10	17	30	27	16
1869	0	6	24	35	23	12
1872	3	16	31	26	17	7
Közép	1·0	10·4	23·4	31·0	23·0	10·8

E szerint, mint általánosan, novemberben is a 3-ik osztályba tartozó meteorok a leggyakoribbak.

A szín megállapítására kevesebb adattal birunk, s azonkívül a legtöbb esetben azok subjectiv felfogáson alapulnak. E kérdésben sajnálható legjobban, hogy a megfigyeléseknél az egyes meteorok közelebbi leírására oly kevés gond fordítottik. Következően adom eredményeit 4 észlelési sornak, a számok közvetlenül a megfigyelt hullócsillagok számai:



Hely	Fehér	Kék	Sárga	Vörös	Zöld
Greenwich	75	2	8	12	0
Göttinga és Münster (1865)	64	197	4	4	1
Palermo (1867)	92	3	6	3	1
Összesen	231	202	18	19	2
Százalékokban	49	43	4	4	0

Tudjuk azonban hogy ritka meteor tisztán kék, többnyire úgynevezett kékes fehér, tehát bátran mondhatjuk, hogy a novemberhavi hullócsillagok tulnyomó száma fehér, mint azt a legtöbb észlelő, többi között P. Secchi megjegyzi. Evvel némileg ellentétben látszik lenni azon állítás, hogy a hullócsillagok spectrumaiban a natron vonal mindig jelen van, míg a spectrum viola színe legtöbb esetben képviselve nincsen »Il color giallo aranciato proponderava sempre su tutti gli altri colori dello spettro.« <sup>1)</sup> Azonban tudvalevőleg a hullócsillag teste, mint izzó szilárd test, folytonos spectrumot nyújt, tehát a meteorok spectroscopicus megfigyeléseinél észlelt fényes csíkok a színekben csakis a hullócsillag hátrahagyott csóvájára vonatkozhatnak, mely színre nézve magától a meteortól majd mindig lényegesen különbözik. Az utóbbi sokszor észlelt kékes színe talán a csóva sárgás színezetének complementär hatására vihető vissza.

Itt még pár szóval kell megemlítenem a novemberi hullócsillagok magassága iránt tett megfigyelések eredményeit. A meteorok magasságát közvetlen észlelések alapján meghatározni először Benzenberg és Brandes tűzték ki feladatukul 1801 és 1802-ben, de nevezetesen a novemberi hullócsillagok magasságának megállapítása céljából csak 1836-ban eszközöltettek az első egyidejű (correspondirende) megfigyelések, Boguslawski által Boroszlóban és több más slesiai állomáson. Ezek összesen 4 azonos meteor látszólagos pályáját szolgáltaták. Olbers számítása szerint a 4 hullócsillag pályájának térbeni fekvése a következő :

<sup>1)</sup> Denza : Note a le stelle cadenti del periodo di novembre osservate in Piemonte nel 1867. pag. 47.



1. nov. 11. kezdet	4'44 mfd. mag.;	vége	3'08 mfd. mag.;	hossz.	1'49 mfd.
2. » 11. »	15'21 » «	»	9'04 » »	«	6'22 »
3. » 13. »	10'13 » »	»	3'06 » »	»	8'22 »
4. » 14. »	13'32 » »	»	16'45 » »	»	10'88 »

Középért., kezd.: 10'77 mfd, vége: 7'91 mfd.

Egy másik észlelési sor 1865-ből — november 13 és 14 — származik, még pedig Göttingából és Münsterből. A megfigyelések, melyekben Behrman, Börgen és Copeland vettek részt, 10 identicus pályát szolgáltattak, ezek kezdő és végső magassága C. Behrmann: »Beobacht. über d. Sternschn. Inaug. diss. Göttingen 1866.« szerint a következő:

1. Kezdő magasság:	12'42 mfd.	Végső magasság:	11'27 mfd
2. »	19'76 »	»	12'15 »
3. »	9'66 »	»	7'76 »
4. »	17'42 »	»	6'73 »
5. »	14'02 »	»	10'39 »
6. »	15'35 »	»	9'24 »
7. »	18'83 »	»	9'16 »
8. »	17'33 »	»	10'86 »
9. »	13'59 »	»	13'46 »
10. »	20'10 »	»	6'65 »

Középértékben: 15'85 mfd. 9'77 mfd.

Egy harmadik sor amerikai megfigyeléseken alapul. Washington (Prof. Newton) és Richmond (Prof. Harkness) között 11 identicus meteor figyeltetett meg 1867. nov. 13-án. Meg nem jegyzett okok miatt azonban magasság számításnak csak 9 pálya vettetett alá, az eredmény »November Meteors of 1867.

U. S. Naval Observatory Washington« szerint a következő:

No	2	kezdet:	72	angol	mfd,	vége:	30	angol	mfd
»	3	»	108	»	»	»	55	»	»
»	5	»	74	»	»	»	47	»	»
»	6	»	82	»	»	»	38	»	»
»	7	»	90	»	»	»	50	»	»
»	8	»	104	»	»	»	41	»	»
»	9	»	115	»	»	»	58	»	»
»	10	»	97	»	»	»	41	»	»
»	11	»	198	»	»	»	65	»	»

Középértékben: 102 ang. mfd. 47 ang. mfd.

azaz: 16'64 geogr. mfd. 7'67 geogr. mfd.



Ezen meglehetősen szépen egyező eredmények mellett Newton egyéb megfigyelésekből nagyobb magasságokhoz jut, nevezetesen 78 identicus meteor alapján a novemberi hullócsillagok kezdő és végső magasságát középértékben 20.89 és 13.21 geogr. mfdnek találja. <sup>1)</sup> E számok bár nem egyeznek tökéletesen az előbbeni eredményekkel, mégis azt látszanak mutatni, hogy a *Leonidák* (novemberi meteorok) magassága s különösen kezdő magassága a *Perseidák* (augusztusi hullócsillagok) magasságánál nagyobb. Ebből gyanítható, hogy a *Leonidák* teste (tömege) is nagyobb az augusztushavi meteorokénál. Photometricus összehasonlítás alapján az 1867. november 13-iki tűneménynél Harkness azon nézetben állapodik meg: »that the mass of ordinary shooting stars does not differ greatly from one grain« <sup>2)</sup>

### A kisugárzási pontok — radiánsok — tanulmányozásának eredményei.

A tűnemény rövid leírását előre bocsátva, az utolsó 40 évről gyűjtött hullócsillag-pályákból nyert eredményeimre akarok áttérni. Az anyag, mely fölött a kisugárzási pontok tanulmányozásánál rendelkeztem, meglehetősen szép számú megfigyelést képvisel, bár lehetetlen volt könyvtáraink ez irányban való hiányossága miatt mindazon forrásokban kutatnom, melyekben közléseket találni remélhettem volna. E helyen kötelességem dr. Weiss Ödön bécsi egyetemi tanár úrnak köszönetemet kifejezni azon barátságáért, melylyel a bécsi csillagjai könyvtárból az ott meglévő, s engem érdeklő munkákat és értekezéseket megküldeni szives volt. Nemkülönben hálásan kiemelni szándékom dr. Schmidt Gyula athenei csillagász fáradságát, melylyel 321 megfigyelést tartalmazó novemberi meteor-catalogusát számomra leírta.

Következő táblázatban összeállítottam a rendelkezésemre állott összes meteorpályák számát.

<sup>1)</sup> Silliman Amer. Journ. II. serie Vol. XL, p. 251.

<sup>2)</sup> November Meteors of 1867. U. S. Naval Observatory Washington.



# November.

Év	Hely vagy Észlelő.																				Összesen	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
1837	Bécs <sup>1)</sup>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15	50	—	—	—	—	—	36	101	
1838	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	277	—	—	—	—	—	—	419	
1839	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	34	108	—	30	—	—	—	—	—	—	83	
1839	Kremsmünster <sup>1)</sup>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	110	32	7	—	—	—	—	—	149	
1865	Göttinga <sup>2)</sup>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	106	88	—	—	—	—	—	194	
1867	Palermo <sup>3)</sup>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	32	—	—	—	—	—	37	
1867	Bergamo <sup>4)</sup>	14	—	3	—	17	—	—	8	8	—	—	—	—	—	—	—	—	9	—	59	
1867	Bécs <sup>5)</sup>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25	—	—	—	—	—	25	
1868	Bergamo <sup>4)</sup>	—	7	—	—	—	—	—	—	14	59	26	85	16	—	—	—	39	17	—	263	
1868	Bécs <sup>5)</sup>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	
1869	Bergamo <sup>4)</sup>	25	47	19	33	37	—	29	—	—	—	—	13	—	—	11	—	—	7	—	221	
1869	Bécs <sup>5)</sup>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	34	—	—	—	—	—	—	34	
1869	Tupman <sup>6)</sup>	—	—	42	—	3	53	—	—	32	28	20	13	11	—	—	—	—	—	—	202	
1870	Bécs <sup>5)</sup>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	65	—	—	—	—	—	65	
1871	Olaszország <sup>7)</sup>	—	1	29	2	—	9	29	26	—	—	—	15	105	17	1	—	—	1	—	235	
1872	Pola <sup>8)</sup>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13	—	—	—	—	—	13	
1873	Ó-Gyalla <sup>9)</sup>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	22	—	—	—	—	—	—	22	
1842—76	Schmidt	9	8	21	6	22	16	3	14	9	25	34	49	64	8	5	2	3	—	—	}	321
»	Pótlék	—	—	—	—	—	—	2	5	5	3	2	5	6	—	2	—	2	—	—		
Összesen :		48	63	105	41	79	78	63	53	121	157	315	408	689	97	18	2	45	33	36	2451	

<sup>1)</sup> Annalen der k. k. wiener Sternwarte 1. Serie Bd. XVIII., XIX., XX. <sup>2)</sup> Behrmann Beob. d. Sternschn. Göttingen 1866. <sup>3)</sup> Bulletino meteorologico di Palermo, 1867. <sup>4)</sup> Effemeridi astron. di Milano 1868, 1869, 1870, 1871. <sup>5)</sup> Annalen der k. k. wiener Sternwarte 3. Serie Bd. XX. <sup>6)</sup> Tupman Observ. of shooting stars in the years 1869, 1870, 1871. <sup>7)</sup> Schiaparelli osservazioni di stelle cadenti durante l'anno 1872. Milano et Napoli 1873. <sup>8)</sup> Weiss, Sternschnuppen Beobachtungen.



A legtöbb pálya november 13-iki éjjelen figyeltetett meg, a meteorok számlálásai is ezen időpontra szolgáltatják a tűnemény maximumát. A fenn említett 2451 hullócsillag-pályát a kisugárzási tűnemények megállapítására a bevezetésben érintett módon dolgoztam fel. Minden egyes napnak — a föld ugyanazon heliocentricus helyének — megfelelő észleletek külön tárgyalattak, s a végső eredmények megállapításáig még az egyes megfigyelési sorok is elválasztattak. Tanulmányaim eredményeit vagy napok szerint, vagy kisugárzási pontok szerint közölhetném; az utóbbi módot akarom követni, mert az által együtt marad az anyag, mely egy tűneményre, egy radiansra vonatkozik. A sorrend, melyben az egyes radiansokat előadni akarom, nem a chronologiai lesz, czélszerűbbnek tartom oly sorban az egyes kisugárzási pontokat megbeszélni, a melyben sűrűségük által az egész novemberi tűnemény kifejlődéséhez hozzájárulnak.

Körülbelül 12 radians felvétele mellett meggyőződéseim szerint az összes megfigyelési anyag 17 percent meteor kivételével megmagyarázható. Utóbbi 17%-et sporadicus meteoroknak tartom. A radiansok positiói 1866-ra vonatkoznak, és egyenes emelkedésben (AR) valamint elhajlásban (Dcl) advák.

### Radians I. az oroszlánban.

A leonidák fő kisugárzási pontja, összesen  $26^{\circ}20'$  a megfigyeléseknek ebből ered. Már 1-ső novemberben lép fel és 18-káig határozottan még hatásos. Ezen idő alatt sűrűsége valamint helye az égboltozaton változik. Maximumát november 12·5-re lehet tenni, a midőn legvalószínűbb positiója:  $AR=148^{\circ}1$ ,  $Dcl=+19^{\circ}0$  és 47%-jét a hullócsillagoknak szolgáltatja. Ha a különböző észlelőktől származó megfigyelések összehasonlíthatók, akkor ezen radians helyzetét egy nap alatt tetemesen változtatja. November 1 és 18-ik között történt meghatározások szerint az egyenes emelkedés naponta  $d(AR)=+3^{\circ}0$ -val, míg az elhajlás naponta  $d(Dcl)=-1^{\circ}5$ -vel változik, miből a positió :

$$AR=148^{\circ}1+3^{\circ}0 \text{ [idő — nov. 12·5]}$$

$$Dcl=+19^{\circ}0-1^{\circ}5 \text{ [idő — nov. 12·5]}$$

Ezen változás az észleletek hibássága miatt, úgy látszik



kissé tulzott, de realis alapja alig vonható kétségbe. A bevezetésben adott — hypotheticus — képletek szerint Rad. I. napi változása :

$$\begin{array}{lcl} d\lambda = +0^{\circ}76 & \text{és} & d\beta = -0^{\circ}29 \\ \text{azaz : } dAR = +0.53 & \text{és} & dDcl = -0.61 \end{array}$$

Ezen theoreticus és az észlelt változás közötti különbség arra mutat, miszerint a hullócsillagraj részecskéi földünket nem érik párhuzamos irányokban; és pedig irányaik változása szerint a földdel való találkozásuk után látszanak elérni pályáik metszési pontját. Hogy minden rajnak legalább két convergáló pontja van, igen természetes, mert minden egyes részecske pályasíkja egy ugyanazon ponton — a nap közép pontján — megyen keresztül. A mint azt már más helyen <sup>1)</sup> kiemeltem, a föld évenkénti találkozás a meteorrajokkal azok csomó pontjaiban nem marad befolyás nélkül a convergáló pontok fekvésére. Jelen esetben azt mind-inkább közelebb hozza a pálya csomópontjához, minek folytán úgy látszik a *radians napi változása is még nagyobbodni fog.*

Az 1833-iki tűneménynél majd kizárólag ezen kisugárzási pont hatását észlelték, mely azonban az észlelők meg-egyező kifejezése szerint inkább néhány foknyi területet foglalt el. Hasonlóképen Newton <sup>2)</sup> 1868. nov. 13-án nem egy pontot, hanem egy egész kisugárzási vonalat — mely mintegy 10° hosszú volt a szélességi körben — figyelt meg. Ez okból nehéz a radians helyzetét kellő pontossággal meghatározni. Az általam tárgyalt észlelési anyag is világosan tünteti fel a radians szét szórt természetét; több észlelési sor határozottan egy kisugárzási vonalra mutat, míg az 1872. nov. 12-én Olaszországban nyert megfigyelésekben a vonal helyett két szépen kifejlődött pont lép fel, mintha ezen radians eredetét két meteorrajnak köszönné. A két pont helyzete :

$$1. AR=140^{\circ}3; Dcl=+20^{\circ}9$$

$$2. AR=149^{\circ}3; Dcl=+11^{\circ}9.$$

<sup>1)</sup> »Inaugural Dissertation 1874.« pag. 13.

<sup>2)</sup> Levelében Ad. Quetelethez.



### Radians II. a Perseus és bika között.

Ezen kisugárzási pont határozottságban talán az előbbénit még fölülmulja, s a novemberi meteoroknak majdnem 22<sup>o</sup>/<sub>o</sub>-jét szolgáltatja. Működése az egész tárgyalt időközre kiterjed, mialatt azonban helyét szintén nem jelentéktelenül változtatja. Maximuma november 14-ére esik, a midőn körülbelül fele a meteoroknak a Perseus és bikából ered.

A kisugárzási pont legszebben jelenkezik az 1865. és 1869-iki megfigyelésekben, de e két évben nyert elhajlásokban meglehetősen különbség mutatkozik. Ha a Tupmann-féle megfigyeléseket kizárjuk, melyek szerint 52 pálya alapján a radians positiója 1869 november 6-án :  $AR=55^{\circ}1$  és  $Dcl=+19^{\circ}1$ , a kisugárzási pont legvalószínűbb helyzete, valamint napi változása, következőképen alakul :

$$AR=57^{\circ}1+0^{\circ}28 \text{ [idő — nov. 14}^{\circ}\text{]}$$

$$Dcl=+30^{\circ}4+0^{\circ}50 \text{ [idő—nov. 140]}$$

A theoreticus változás azonban :

$$d\lambda=+0^{\circ}13; d\beta=+0^{\circ}03$$

$$d\alpha=+0^{\circ}14; d\delta=+0^{\circ}05$$

tehát szintén kisebb az észlelt eltérésnél, de a különbség elég csekély, hogy legtöbbet az észlelési hibák rovására tegyünk. Földünk e meteorrajt körülbelül 106<sup>o</sup>-nyi valódi anomáliában találja, hol természetesen az egyes részecskék pályái már nagyobb joggal tekinthetők párhuzamosaknak.

### Radians III. a giraffban.

November 4—14-ig követhető, legnagyobb tevékenységét úgy látszik november 13-ikán fejtí ki, a mikor legvalószínűbb positiója :

$$AR=111^{\circ}1; Dcl=+59^{\circ}6$$

A következő kisugárzási ponttal.

### Radians IV. szintén a giraffban

melynek helyzete november 13<sup>o</sup>4-kén :  $AR=62^{\circ}$  és  $Dcl=+53^{\circ}$  lehetne mondani, hogy a novemberi tűnemény elég jól fejthető meg. E négy radianshoz tartozó meteorok majdnem  $\frac{2}{3}$  részét képviselik az összes megfigyelési anyagnak. Az ezeken kívül meghatározott pontokat csak röviden akarom itt összeállítani.



Radians	Csillagkép.	Helyzet		Nap no- vem- berben	Megjegyzés
		AR.	Dcl.		
V.	bika	69°08	+19°07	10—12	
VI.	egyszarvú	103°	+ 3°	6—14	különösen 1837. és 1868-ban
VII.	nagy medve	135	+52	1—18	
VIII.	Herschel távcsöve	100	+41	9—12	1868. és 1872-ben
IX.	macska	125	+ 5	6—10	csak 1869-ben
X.	Andromeda	10	+39	8—13	legszebb 1838-ban
XI.	Cepheus és sárkány	316	+71	11—13	csupán Schmidt-féle megfigyelésekből 1849-ben.

Olasz megfigyelések 1872-ben november 3-kán még egy déli kisugárzási pontról tanuskodnak, mely Rad. XII. volna, de melynek helyzetét pontosan meghatározni északi megfigyelésekből nem lehetett. Valószínűleg két pont által meghatározott legnagyobb köríven keresendő, melyeknek szegvényei viszonylag :

$$AR=52^{\circ}; Dcl=-14^{\circ}, \text{ és } AR=40^{\circ}; Dcl=-25^{\circ}.$$

*Jegyzetek a kisugárzási pontok lejstromához : Rad. I. többek által lett meghatározva. Heis Catalogusában L<sub>0</sub> jelzés alatt fordul elő és helyzete :*

$$AR=150^{\circ}; Dcl=28^{\circ}$$

Newcomb szerint 1867. nov. 13-ikán » =148<sup>1</sup>/<sub>2</sub> » =24<sup>1</sup>/<sub>2</sub>

Eastman » » » » » =148<sup>1</sup>/<sub>2</sub> » =22<sup>1</sup>/<sub>3</sub>

Tacchini » » » » » =150.1 » =22.1

Spoerer » » » 14-ikén » =148 » =23

Watson » » » » » =150.2 » =22.5

Newton » 1868 » 13-ikán » =148<sup>1</sup>/<sub>2</sub> » =22<sup>1</sup>/<sub>2</sub>

Közel ily positiókat találtak még mások 1868, 1870 és 1871-ben. Hogy én az északi elhajlást határozottan kisebbnek találom, annak oka mindenesetre Rad. VII. felvételében rejlik, mire a Bergamoi (Zezioli-féle) megfigyelések kényszerítenek.

*Rad. II.* Heis szerint októberben egy kisugárzási pont B<sub>3</sub> tevékeny, mely : AR=45°; Dcl=32°.

*Rad. IV.* Azonos Heis pontjával F (october) AR=75; Dcl=+40 s különösen 1837-ben szépen kifejlődött.



*Rad. V.* talán egyenlő Greg XXXIX.  $83^{\circ}+12^{\circ}$ -vel. Jobban egyezik Denning  $64^{\circ}+20^{\circ}$ -val. Month. Not. XXXVI. p. 284.

*Rad. VII.* Tacchini 1867. nov. 11-kén  $AR=152^{\circ}5$  és  $Dcl=+43^{\circ}$ -ban talál egy kisugárzási pontot.

*Rad. X.* hasonlít némileg Heis  $A_{11}$ -hez és Greg XXXIII-hoz.

*Rad. XI.* Először dr. Focke Bremenben észlelte 1838-ban.

Az év különböző szakaiban találtak észlelők az északi sark körül kisugárzási pontokat, és Tacchini november 18-kára is határoz meg egy olyant ( $AR=355^{\circ}8$ ;  $Dcl=+87^{\circ}6$ ). Nézetem szerint létele az észleletekben alig valószínű.

Következő táblázat magában foglalja a novemberhavi meteorrajok pályaelemeit, a hol

$v$  jelenti azon anomaliát a melyben földünk a rajt találja,

$\Omega$  » a felszálló csomó hosszát,

$\Pi$  » a napközel hosszát,

$i$  » a hajlásszöget az ecliptika felé,

$e$  » a pálya központ kivüliségét; végre:

$q$  » a napközel távolságát a földpálya sugarának egységében.

A főkisugárzási pontnak megfelelő pálya a  $33\frac{1}{4}$  évi periodus feltétele alatt számított.

A novemberi rajok pályaelemei.

Sz.	A maximum ideje novemberben	A radians szegvényei				$v$ .	$\Omega$ .	$\Pi$ .	$i$ .	$e$ .	log. $q$ .
		AR.	Dcl.	Hossz-ság	Szélesség						
I.	13.2	148.1	+ 19.0	143.8	+ 5.7	+ 8.5	231.1	42.6	170.2	0.905	9.9922
II.	14.7	57.1	+ 30.4	61.6	+ 10.2	- 105.8	232.6	158.4	13.7	1.000	9.556
III.	13.7	111.1	+ 59.6	103.2	+ 37.1	- 79.2	231.6	130.8	96.1	»	9.768
IV.	13.4	62.0	+ 53.0	70.7	+ 31.4	- 97.2	231.3	148.5	47.3	»	9.636
V.	10.6	69.8	+ 19.7	71.1	- 2.0	- 142.4	48.4	190.8	6.4	»	9.012
VI.	10.5	103.0	+ 3.0	103.8	- 19.8	- 101.7	48.3	150.0	129.6	»	9.596
VII.	18.0	135.0	+ 52.0	121.4	+ 33.3	- 60.2	235.9	116.1	115.3	»	9.869
VIII.	12.7	100.0	+ 41.0	97.9	+ 17.8	- 123.3	230.6	173.9	119.6	»	9.348
IX.	6.0	125.0	+ 5.0	126.1	- 14.2	- 26.2	43.8	70.0	155.3	»	9.973
X.	8.5	10.0	+ 39.0	26.1	+ 31.6	- 50.2	226.3	96.5	17.5	»	9.910
XI.	12.0	316.0	+ 71.0	35.8	+ 73.2	- 21.7	229.9	71.6	39.6	»	9.979



A mint már egyszer említettem, a novemberi csillaghullás periodicus visszatérése már az 1833-iki tűnemény után feltűnt, s okot szolgáltatott netaláni régibb megfigyelések és feljegyzések kutatására. Tényleg majd szakadatlan sorát sikerült felfedezni nagyobb csillag-hullásoknak, melyek mindig közel november közepére estek. Ezen megfigyeléseknek legjobban eleget lehet tenni, ha minden évszázadban 3 visszatérését a tűneménynek tételezzük fel; Newton a tűnemény periodusának legvalószínűbb értékét  $33\frac{1}{4}$  évre teszi. Ha a hullócsillagok cosmikus elméletéből indulunk ki, Newton azt találja, hogy a meteorraj ötféle pályája eleget tehet a tűneménynek, melyek azonban nézete szerint nem bírnak egyenlő valószínűséggel. Genialis számításaiban sajnos, hogy tévutra jutott, mert nem a valódi pályát tartotta legvalószínűbbnek. Jelenleg a valódi pálya egy más körülmény folytán minden kétségen kívül van helyezve, s ez Adams érdeme. A tűnemények visszatéréseiben feltűnt, hogy az nem esett mindig egészen pontosan az év ugyanazon napjára, hanem inkább minden következő megjelenésnél kevésse elkésett. Oka természetesen nem lehet más, mint hogy a meteorraj földünk pályáját minden  $33\frac{1}{4}$  év után más és más pontban metszi, még pedig csomó-pontokban, melyeknek hossza nagyobbodik; Le Verrier az időbeni elkésést átvitte a csomó vonal mozgására, és azt találja, hogy:

$$\mathcal{C} = 51^{\circ} 18' - 1711 (1850 - T)$$

hol  $T$  az évszámot jelenti. A praecessio évenként csak  $0'837$ -et tesz, tehát a csomónak  $0'874$ -nyi évi saját mozgással kell birnia, még pedig egyenes — direct — irányban. Ha e mozgást a föld befolyásának tulajdonítjuk, először is az következik, miszerint a raj pályája csakis visszás — retrograd — lehet, azaz hajlásszöge nagyobb  $90$  foknál. Azonkívül Adams számításai bebizonyították, hogy a csomó-vonal észlelt mozgása csupán a Newton-féle  $5$  lehetséges pálya egyikével, melynek körülforgási ideje  $33\frac{1}{4}$  esztendő, egyeztethető össze. Le Verrier már előbb más uton jutott a  $33\frac{1}{4}$  évi pályához, de érveiben hiányzott a mennyiségtani szigor. \*) Egy kívülről naprendszerünkbe hatoló tömeg, csak egy bolygó hatalmas

\*) Comptes Rendus LXIV. 94. 1867. Január 21.



vonzása következtében nyerhet a nap körül önmagába térő pályát, s akkor minden körülforgása alatt ismét közel jut azon bolygó pályájához, mely őt rendszerünknek megnyerte. Le Verrier ezen tételt megfordította, s azt mondotta, ha egy üstökös vagy hullócsillagraj physicailag közel jut egy bolygó pályájához, akkor ezen bolygó adta meg neki utolsó pályáját. Ily viszony létezik a novemberhavi meteorok  $33\frac{1}{4}$  évi pályája és Uranus között, tehát Le Verrier szerint Uranus köztötte volna meg a novemberi rajt. \*) A physikai találkozás számítás szerint 126-ban Kr. u. történt. Az egész rajt tehát még

\*) Az üstökösök és meteorrajok pályáira vonatkozólag érdekes összehasonlítást ad *Daniel Kirkwood* az Amer. Journ.-ban 1869. nov. 19. »On comets and meteors« czím alatt, hol kiemeli, hogy a legtöbb periodicus üstökös kicsiny keringési idővel, egy nagy bolygó pályája közelében bírja apheliumát.

Így *Jupiter* fél nagy tengelye =  $5\cdot20$  ;

míg az Encke-féle üstökös apheltávolsága =  $4\cdot09$ .

1819. IV.	»	»	= $4\cdot81$ .
d'Vico	»	»	= $5\cdot02$ .
Pigott (1783)	»	»	= $5\cdot28$ .
1867. II.	»	»	= $5\cdot29$ .
1743 I.	»	»	= $5\cdot32$ .
1766. II.	»	»	= $5\cdot47$ .
1819. III.	»	»	= $5\cdot55$ .
Brorsen	»	»	= $5\cdot64$ .
d'Arrest	»	»	= $5\cdot75$ .
Faye	»	»	= $5\cdot93$ .
Biela	»	»	= $6\cdot19$ .

*Saturnus* fél nagy tengelye =  $9\cdot54$  ;

míg az 1846. VI. üstökös apheltávolsága =  $9\cdot45$ .

1858. I.	»	»	= $10\cdot42$ .
----------	---	---	-----------------

*Uranus* fél nagy tengelye =  $19\cdot18$  ;

míg az 1867. I. üstökös apheltávolsága =  $19\cdot28$ .

a novemberi meteorraj » =  $19\cdot65$ .

az 1866. I. üstökös » =  $19\cdot92$ .

és végre :

*Neptunus* fél nagy tengelye =  $30\cdot04$  ;

míg az 1852. IV. üstökös apheltávolsága =  $31\cdot97$ .

1812. (Pons)	»	»	= $33\cdot41$ .
1815. (Olbers)	»	»	= $34\cdot05$ .
1846. IV.	»	»	= $34\cdot35$ .
1847. V.	»	»	= $35\cdot07$ .
Halley-féle	»	»	= $35\cdot87$ .



fiatalnak kell tekinteni,<sup>1)</sup> erre mutat azon körülmény is, hogy részecskéi még nem oszoltak el az egész pálya mentében, hogy a novemberi tűnemény még határozottan periodicusan visszatérő és nem oly évenkénti csillaghullás, mint p. o. a sz. Lőrinczi csillag-esés augusztus hóban.

Általánosán ismert dolog, hogy újabb időben Schiaparellinek, a milánói csillagda érdemdús igazgatójának, valamint Ed. Weiss tanár úrnak sikerült a meteorok s az üstökösök között oly benső összefüggést felfedezni, mely e két nemű és rövid idő előtt még igen rejtélyes tűnemények egyenlő eredetét majd minden kétség kívül helyezi. A mi nevezetesen a novemberi rajt illeti, először C. F. W. Peters talált pályája és az 1866. I. üstökös pályája között feltűnő hasonlóságot. Ha az I-ső raj pályaelemeit és Oppolzer számításainak eredményét a nevezett üstököst illetőleg egymás mellé állítjuk:

Rad. I. elemrendszere, Az 1866 I.  $\infty$  elemrendszere

$\Pi =$	42°6	60°5
$\Omega =$	231°1	231°4
$i =$	170°2	172°7
$\log q =$	9°992	9°990
$e =$	0°905	0°905

és meggondoljuk, mily bizonytalanság rejlik még a meteorrajok pályáinak meghatározásában, nem vonakodhatunk a megjegyzést tökéletesnek nevezni. És ha a novemberi raj jelen alakját Le Verrier szerint Uranusnak köszöni, akkor az 1866 I. periodicus üstökösnek is hasonló eredetet kell tulajdonítanunk. Mily valószínűség felel meg ezen feltevésnek, azt ma — az üstökös egyszeri megjelenése után — még eldönteni nem lehet, s azért úgy látszik Le-Verrier nézete is még függőben marad.

A novemberi tűnemény többi radiansai nem felelnek meg oly pályáknak, melyek eddig észlelt és számított üstökösökkel hasonlatosságot mutatnának: egyedül azt lehetne kiemelni hogy a II-ik raj pályája közel egy síkban fekszik az 1854 dec. 16-iki üstökös<sup>2)</sup> és hogy általában 40° — 55° valamint 220° — 235° között körülbelül 40 üstökös felszálló csomója

<sup>1)</sup> Lásd a 21. lapot.

<sup>2)</sup> Ennek definitív pályája még ismeretlen.



fekszik. Radians IV pályája a felszálló csomóban is közel éri a föld pályáját, közel 0.22-vel kisebb vezér-sugara ott a föld vezérsugaránál május hó közepében. A netalán akkor a földre eső meteorok azonban elkerülik figyelmünket, mert egy pontból kell kisugároznok, melynek szélessége  $= -38^\circ$  s hosszúsága  $= 35^\circ$ , mely tehát csak nappal időzik a láthatár fölött.

A meteorrajok a most divatos nézet szerint nem kezdetől tartoznak naprendszerünkhöz, hanem csak később hatoltak vagy hatolnak a kívülünk lévő világtérből napunk vonzerejének hatáskörébe, hogy legtöbbször ismét azon irányban távozzanak a mindenségbe, a melyből jöttek. Azon irány, melyben ezen vendéglátogatások történnek, ki van fejezve az aphelium — a nap táv- heliocentricus szegvényei által. Következő táblázat magában foglalja az egyes apheliumok helyzetét napközépponti hosszúságokban ( $\lambda$ ) és szélességekben ( $\beta$ );

Sz.	$\lambda$ .	$\beta$ .	log q.
I.	239.05	$-1.4$	9.99
II.	338.8	$+13.2$	9.56
III.	202.5	$+77.5$	9.77
IV.	331.8	$+46.7$	9.64
V.	20.9	$-3.0$	9.01
VI.	120.3	$-49.0$	9.60
VII.	199.2	$+51.7$	9.87
VIII.	87.5	$+46.6$	9.35
IX.	199.7	$-10.6$	9.97
X.	253.2	$+13.4$	9.91
XI.	247.0	$+13.6$	9.98

Ha ezen helyeket egy alkalmas térkép-projectióba rajzoljuk, a pontok eloszlásában semmi feltűnőt sem találunk, csak — mint valószínűleg minden nagyobb meteortüneménynél — hogy a nagyobb mennyiségben meteorokat kisugárzó vidékek az ég azon pontja körül csoportosulnak, mely felé napunk a világtérben előre halad, tehát a Hercules csillag képe körül; azonfölül hogy a X-ik és XI-ik raj kétségkívül egyenlő eredetű.